

Edición especial XXII Reunión Latinoamericana del MAÍZ

Artículo/Article
Sección/Section B
11 (17), 40 – 49

Caracterización morfológica y agronómica de dos genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en la zona media de la Parroquia Malchinguí

Caracterización de dos genotipos de maíz de Malchinguí

Jenny V. Coral Valenzuela*, Héctor J. Andrade Bolaños, Manuel M. Pumisacho Gualoto, Jorge D. Caicedo Chávez, Diego R. Salazar Vizuete

Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Av. Universitaria, Tumbaco, Quito, Ecuador.
*Autor para correspondencial / Corresponding author, e-mail: jemcw21@gmail.com

Agronomical and morphological characterization of two genotypes of corn (*Zea mays* L.) in the middle zone of the Parish Malchinguí.

Abstract

In Malchinguí, the morphological and agronomical characteristics of two genotypes of corn (*Zea mays* L.) were evaluated, establishing six experimental sites in the middle zone (2600 – 2900 msnm) of such parish, under an at-random complete design. During the characterization, nine quantitative and seven qualitative descriptors were recorded, and thus obtained as a result that the genotypes Pepa (P) and Amarillo (A) showed differences in the following descriptors: height of plant (P: 106 cm; A: 194 cm), height of corncob (P: 59.93 cm; A: 77.82 cm), weight of corncob (P: 84.08 g; A: 136.78 g), weight of corn grain (P: 73.41 g; A: 121.35 g), shape of corncob (P: conic; A: cylindrical), color of rachis (P: red; A: white) and shape of corn grain (P: rounded; A: pointed), while the rest of descriptors showed high similarity among the genotypes.

Key words: Genetic Diversity, Germplasm, Pepa-Amarillo Maize



Editado por / Edited by: Gabriela Albán

Recibido / Received: 2018/06/04

Aceptado / Accepted: 2018/11/06

Publicado en línea / Published online: 2019/05/20

Resumen

En Malchinguí se evaluó las características morfológicas y agronómicas de dos genotipos de maíz (*Zea mays* L.), estableciendo seis sitios experimentales en la zona media (2600 – 2900 msnm) de dicha Parroquia, bajo un diseño completo al azar (DCA). En el estudio se registraron nueve descriptores cuantitativos y siete cualitativos, obteniendo como resultado que los genotipos Pepa (P) y Amarillo (A) presentaron diferencias en los siguientes descriptores: altura de planta (P: 106 cm; A: 194 cm), altura de mazorca (P: 59.93 cm; A: 77.82 cm), peso de mazorca (P: 84.08 g; A: 136.78 g), peso de grano (P:

73.41 g; A: 121.35 g), forma de mazorca (P: cónica; A: cilíndrica), color de raquis (P: rojo; A: blanco) y forma del grano (P: redondo; A: puntiagudo). Los demás descriptores mostraron similitud entre genotipos.

Palabras clave: Diversidad Genética, Germoplasma, Maíz Pepa-Amarillo

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo de gran importancia económica a nivel mundial, ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales [1]. En Ecuador, se han reconocido 29 razas de maíz, de las cuales 17 pertenecen a la Sierra, por lo que se considera a esta región como fuente de las mayores riquezas genéticas por unidad de superficie en este cultivo [2].

Existen en el Ecuador variedades locales de maíz que no cuentan con una descripción morfológica y agronómica que ayuden al agricultor a desarrollar sistemas eficientes de producción y establecer épocas definidas para el establecimiento del cultivo, que garanticen la seguridad alimentaria, sostenibilidad rural y supervivencia de las futuras generaciones [3]. Esta problemática se identificó en el maíz de Malchinguí, el cual es muy apetecido por su buen sabor y por ello en épocas de cosecha los intermediarios acuden a esta localidad para adquirir la mayor parte de la producción y comercializarla en zonas aledañas, inclusive es comercializado en la ciudad de Quito, teniendo muy buena acogida por parte de los consumidores, sin embargo, según los agricultores de dicha parroquia, el producto es vendido a bajos precios, debido al desconocimiento de la variedad de maíz que se cultiva y la falta de apoyo técnico hacia los productores.

La Parroquia de Malchinguí cuenta con tres pisos altitudinales: zona baja (1730 – 2600 msnm), media (2600 – 3000 msnm) y alta (3000 – 4300 msnm), cada uno con sus características específicas de suelo, clima y vegetación; en la zona intermedia el cultivo principal es el maíz. En la parroquia existen 1773.1 ha dedicadas a la agricultura, de las cuales 1740.8 ha son destinadas al cultivo de maíz y apenas 32.3 ha para papa, fréjol, aguacates, entre otros; es por ello que los productores tienen interés en conocer el tipo de maíz que cultivan, sus características y su identidad [4].

Dando respuesta al pedido de los productores, en el 2016 se realizó trabajos orientados a la caracterización agronómica y morfológica de dos genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en la zona media de la parroquia Malchinguí, además de la descripción de las características agro-morfológicas de los maíces Pepa-Amarillo, generando así, información que permita a los agricultores de esta zona documentar y proteger su patrimonio genético. También se identificó la tecnología local de producción de la zona de intervención, con énfasis en la productividad de los genotipos en estudio, de acuerdo con las condiciones climáticas de cada productor, y finalmente se seleccionó germoplasma promisorio para futuros trabajos de investigación.



MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la zona altitudinal media (2600 – 2900 msnm) de la parroquia Malchinguí, cantón Pedro Moncayo, provincia de Pichincha.

Factores en estudio

Los genotipos de maíz fueron proporcionados por los agricultores de la zona. A continuación, se describe brevemente a cada genotipo con su respectivo productor "Tabla 1".

TABLA 1. Genotipos de maíz (Zea mays L.) Pepa y Amarillo utilizados en la caracterización agro-morfológica en Malchinguí. Pichincha, 2016.

Información	Genotipo Pepa			Genotipo Amarillo		
	Productor 1	Productor 2	Productor 3	Productor 4	Productor 5	Productor 6
Propietario	Fanny Tupiza	Teresa Encalada	Margarita Boada	Gonzalo Rodríguez	Adela Sánchez	María Martínez
Superficie (m2)	825. 76	247. 41	7329.83	2257.04	1055.41	707.24
Altitud (msnm)	2857	2858	2890	2786	2873	2859
Fecha de siembra	02/ nov/2015	20/ oct/2015	21/ oct/2015	08/ nov/2015	05/ nov/2015	22/ nov/2015
Fecha de floración*	_____	M: 18/02/2016 F: 23-24/02/2016	M: 19/02/2016 F: 24/02/2016	M: 19/02/2016 F: 24/02/2016	M: 03/03/2016 F: 08/03/2016	M: 19/03/2016 F: 24/03/2016
Distancia de siembra (cm)	Entre planta: 70 Entre surco: 70	Entre planta: 65 Entre surco: 70	Entre planta: 60 Entre surco: 70	Entre planta: 75 Entre surco: 75	Entre planta: 70 Entre surco: 76	Entre planta: 80 Entre surco: 70

*M = Masculina, F= Femenina

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), tomando en cuenta que, cada uno de los productores es una observación dentro de cada genotipo.

Indicadores de evaluación

Se tomaron en cuenta 16 descriptores, de los cuales siete fueron cualitativos como color de tallo (CT), forma de mazorca (FM), forma del grano (FG), distribución de hileras (DH), color del raquis (CR), tipo de endospermo (TE) y color de grano (CG) y los nueve descriptores restantes son cuantitativos como altura de planta (APL), altura de mazorca (AMZ), longitud de pedúnculo de la panoja (LPe), longitud de panoja (LPa), número de mazorcas por planta (NMZ/PL), longitud de mazorca (LMZ), diámetro de mazorca (DMZ),

peso de mazorca (PMZ) y peso de grano por mazorca (PG), considerados como los más representativos para identificar razas botánicas [5].

Fase inicial

Se realizó una descripción de tecnología local de producción sobre el cultivo de maíz en la parroquia de Malchinguí con la finalidad de que los participantes (agricultores) puedan compartir sus experiencias y conocimientos en dicho cultivo; la recopilación de la información fue realizada mediante una encuesta y posteriormente se procedió a ubicar productores que cultiven dichos genotipos**.**

Fase de campo

La parcela de evaluación estuvo formada por surcos de 14 m de largo y 5 m de ancho. La distancia entre planta fue de 0.5 m y de 0.8 m entre surcos. El área de la parcela neta fue de 70 m^2. En cada productor se implementó un ensayo con tres observaciones, en las cuales se trabajó con 20 plantas cada una, dando así un total de 180 plantas evaluadas por genotipo, es decir, 60 plantas por productor. En el proyecto se trabajó con 360 plantas en total para ambos genotipos (G1: Pepa y G2: Amarillo).

El registro de datos se llevó a cabo cuando el maíz se encontraba en floración femenina, donde se colocaron etiquetas codificadas en las plantas seleccionadas al azar para llevar a cabo su evaluación y cuando fue la cosecha del maíz en seco, se continuó con el registro de datos en la mazorca.

Análisis estadístico

Se realizó una Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) a las variables cuantitativas, determinando la distribución normal de los residuos, posteriormente se calculó el análisis de varianza (ADEVA), el cual permite conocer si existen o no diferencias significativas entre los genotipos en estudio y finalmente se aplicó la prueba de DMS al 5% para la distribución de rangos en donde se logra identificar que genotipo es el mejor.

Las variables cuantitativas que no presentaron una distribución normal se les aplicó la prueba de Friedman, dado que permite comparar sin necesidad de verificar el cumplimiento del supuesto de normalidad y de esta manera saber si existen diferencias entre dichos genotipos. Para determinar la variabilidad de los descriptores cualitativos en los maíces Pepa y Amarillo, se calculó la frecuencia relativa y su moda.

Manejo del experimento

Inicialmente se hizo la preparación del suelo, en donde se pasó el arado, luego se abonó con gallinaza, seguido de la rastra y finalmente se realizaron surcos de 0.80 m de distancia entre sí. La siembra se realizó con un espeque, colocando dos semillas por sitio cada 0.50 m.

La primera deshierba se realizó a los 45 días después de la siembra, de forma conjunta se ejecutó la labor del "chaspi" o medio palón (comúnmente conocido como aporque)



que consiste en arrimar tierra a la planta. En el mismo momento se realizó la aplicación de urea a chorro continuo, la cual fue depositada al fondo del surco a 10 cm de la planta; no se realizaron controles fitosanitarios debido a que los agricultores de la zona prefieren minimizar gastos y producir un maíz sin pesticidas. Sin embargo, las plagas más comunes que suelen presentarse son: el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, gusano del cholo *Heleiothis zea* y la mosca del choclo *Euxesta stigmatias*; es primordial mencionar que los niveles de daño que ocasionan dichas plagas no ameritan un gasto extra para su control, dado que son mínimos.

La cosecha se realizó manualmente, verificando previamente que el grano haya llegado a su madurez fisiológica. En la recolección se utilizó fundas plásticas marcadas con una codificación específica para cada genotipo. El secado se lo hizo de forma indirecta al sol mediante el uso de costales, hasta cuando el grano presentó 14% de humedad, posteriormente se desgranó las mazorcas y se seleccionó los granos sanos, mismos que se guardaron en sobres de papel con su respectiva identificación. Toda ésta semilla fue almacenada en una bodega con condiciones óptimas para su conservación.

RESULTADOS

Manejo tecnológico del cultivo de maíz en la parroquia Malchinguí

Al iniciar con dicha investigación era importante conocer de antemano el manejo tecnológico que le dan al cultivo de maíz los agricultores de Malchinguí, es por ello que se trabajó en un diagnóstico de dicho manejo, en el cual se determinó las principales labores culturales que se realizan en la zona, como la preparación del suelo (arada, abonado, cruzado, rastrado y surcado), seguida por la selección de semilla, y la siembra (octubre hasta noviembre) a una distancia de 0.80 m entre surco por 0.50 m entre planta (dos semillas por golpe en la zona media y alta; tres semillas por golpe en la zona baja). La primera deshierba se realiza a los 45 días después de la siembra y la segunda a inicio de la floración, conjunta con el aporque y la fertilización a base de nitrógeno (urea). Se realizan muy pocos controles sanitarios con el fin de minimizar costos. La cosecha en choclo (grano lechoso para consumo en fresco) se realiza entre abril y mayo; y en seco entre junio y julio). La post cosecha se realiza mediante un secado al sol, desgranado de la mazorca, selección y clasificación del grano para consumo y de semilla para la próxima siembra. El almacenamiento se realiza en sacos guardados dentro de la casa o bodega, además se realizan controles para gorgojo. Se comercializa para semilla dentro de la localidad en mínimas cantidades, generalmente el maíz seco es para el autoconsumo de las familias, ya sea en tostado, harina de maíz, chuchuca, etc. (datos no mostrados).

Análisis de las variables en estudio

Las variables cuantitativas, altura de planta, altura de mazorca, longitud de pedúnculo de panoja, longitud de panoja, longitud de mazorca, peso de mazorca, peso de grano, diámetro de mazorca, y las cualitativas como forma de la mazorca, distribución de hileras, color de raquis y forma de grano, presentaron diferencias estadísticas entre los genotipos Pepa y Amarillo.

Se determinó en las variables cuantitativas diferencias estadísticas entre genotipos mediante el análisis de varianza (ADEVA), donde se obtuvo un p-valor menor a 0.0001. El mismo resultado se obtuvo en la variable altura de planta, a pesar de que se trabajó con la prueba de Friedman, dado que no existían normalidad en los residuos de dicha variable. Mientras que en las cualitativas se diferenció al genotipo Pepa del Amarillo mediante la frecuencia con que cada una de estas características aparecía en los genotipos en estudio, dando como respuesta una clara diferencia visual entre éstos "Tabla 2-3".

TABLA 2. Análisis de varianza no paramétrico (prueba de Friedman) de las variables altura de planta y número de mazorcas por planta entre los genotipos Pepa y Amarillo en el estudio "Caracterización morfológica y agronómica de dos genotipos de maíz (Zea mays L.) en la zona media de la parroquia Malchinguí". Pichincha, 2016.

Variable	Genotipos	Promedio	p	Rango*
Altura de planta, cm (APL)	Amarillo	194.0	<0.0001	a
	Pepa	106.0		b
Número de mazorcas por planta (NMZ/PL)	Amarillo	1.52	0.2096	a
	Pepa	1.48		a

*Medios con igual letra no son estadísticamente diferentes.

TABLA 3. Análisis cualitativo de las variables tomadas en la fase vegetativa (color de tallo) y en la mazorca (forma de mazorca, distribución de hileras, color de raquis, tipo de endospermo, forma y color de grano). Malchinguí-Pichincha, 2016.

Carácter	Escala	Pepa		Amarillo	
		Fa*	Fr	Fa	Fr
Color de tallo	V-M (<10%)	18	0.100	47	0.261
	V-M (>10-<50%)	11	0.061	37	0.206
	Verde	66	0.367	40	0.222
	Morado	63	0.350	37	0.206
	M-V (<10%)	18	0.100	13	0.072
	M-V (>10-<50%)	4	0.022	6	0.033
Forma de mazorca	Cilíndrica	7	0.292	18	0.667
	Cilíndrica-cónica	1	0.042	4	0.148
	Cónica	16	0.667	5	0.185
Distribución de hileras	Regular	5	0.208	2	0.074
	Irregular	17	0.708	22	0.815
	Recta	1	0.042	0	0.000
	Espiral	1	0.042	3	0.111
Color de raquis	Blanco	8	0.333	15	0.556
	Rojo	16	0.667	12	0.444
Forma del Grano	Dentado	5	0.208	9	0.333
	Redondo	6	0.250	11	0.407
	Puntiagudo	10	0.417	4	0.148
	Muy Puntiagudo	3	0.125	3	0.111

*Fa: Frecuencia absoluta; Fr: Frecuencia relativa

doi: http://dx.doi.org/10.18272/aci.v11i1.1091



La prueba de DMS al 5% se aplicó a las variables cuantitativas antes mencionadas, indicando dos rangos de significancia estadística (a y b), donde el genotipo Amarillo se ubicó en el primer lugar, demostrando tener mejores características que el Pepa "Tabla 4 y 5".

TABLA 4. Prueba de DMS al 5% para las variables altura de mazorca, longitud de pedúnculo de panoja y longitud de panoja. Malchinguí-Pichincha, 2016.

Variable	Genotipos	Promedio	Rango*
Altura de mazorca (AMZ)	Amarillo	77.82 cm	a
	Pepa	59.93 cm	b
Longitud de pedúnculo de la panoja (LPe)	Amarillo	8.30 cm	a
	Pepa	6.45 cm	b
Longitud de panoja (LPa)	Amarillo	33.35 cm	a
	Pepa	24.61 cm	b

*Medios con igual letra no son estadísticamente diferentes.

TABLA 5. Prueba de DMS al 5% para las variables altura de mazorca, longitud de pedúnculo de panoja y longitud de panoja. Malchinguí-Pichincha, 2016.

Variable	Genotipos	Promedio	Rango*
Longitud de mazorca (AMZ)	Amarillo	12.81 cm	a
	Pepa	10.65 cm	b
Peso de mazorca (PMZ)	Amarillo	136.78 g	a
	Pepa	84.08 g	b
Peso de grano (PG)	Amarillo	121.35 g	a
	Pepa	73.41 g	b
Diámetro de mazorca (DMZ)	Amarillo	4.77 cm	a
	Pepa	4.05 cm	b

*Medios con igual letra no son estadísticamente diferentes.

DISCUSIÓN

El desconocimiento de las variedades locales de maíz que se cultivan en el Ecuador es un problema que aqueja a los agricultores, dado que no pueden proteger su patrimonio genético. Malchinguí es una zona donde se ha cultivado maíz desde muchísimos años atrás, esto debido a que es un cultivo poco exigente en condiciones edafo-climáticas. Cabe recalcar que dicha parroquia posee suelos muy pobres, con condiciones climáticas muy variadas en los últimos cinco años (2012-2016), además de la ausencia de agua de riego.

Los posibles orígenes de las variedades existentes en Malchinguí son difíciles de descifrar, debido a que no existe información al respecto, por ello se ha trabajado en

la caracterización agro-morfológica de dos genotipos de maíz, identificando que éstos comparten ciertas características con el maíz Mishca. En el Catálogo de Recursos Genéticos de los Maíces de Altura Ecuatorianos se llevó a cabo una caracterización agro-morfológica entre los años 1992 y 1999 para determinar las razas existentes en determinadas zonas del Ecuador. En dicho estudio se menciona a la parroquia Malchinguí, en la cual no se logra determinar la existencia de una raza específica sino la presencia de mezclas, es decir, que no hay materiales purificados.

Posiblemente dichas mezclas mencionadas anteriormente se traten de cruzas entre las razas Huandango, Mishca y Criollo, dado que estas se encuentran identificadas en zonas aledañas como San José de Minas, Tabacundo, La Esperanza, Tupigachi y Tocachi, por ello se continúa trabajando en el proceso de purificación del material seleccionado en esta investigación dentro de la misma zona para determinar si se trata de una variedad propia de la localidad o de una ya existente. Anteriormente las entidades gubernamentales dedicadas a este tipo de investigaciones no ha realizado trabajos sobre identificación de variedades locales en Malchinguí, dado que es una parroquia muy pequeña, que no cuenta con agua de riego y que la superficie sembrada del cultivo de maíz no es representativa para las entidades, por ende, no amerita que se lleve a cabo investigaciones al respecto. Sin embargo, este problema perjudica al agricultor al momento de comercializar su producto y ser duramente castigado con el precio de adquisición del mismo.

La caracterización agro-morfológica de los genotipos en estudio determinó que los maíces Pepa y Amarillo son estadísticamente diferentes tanto en variables cuantitativas como cualitativas, sin embargo hubo características como el número de mazorcas por plantas (NMZ/PL), donde no se observaron diferencias entre genotipos debido al estrés hídrico que estuvo sometido el cultivo durante el mes de diciembre y febrero, cuando el maíz estuvo en etapa de crecimiento y floración, respectivamente. Ambas etapas son muy vulnerables a la falta de agua para un buen desarrollo y producción, por ende al momento de la formación de mazorcas se observó que en su mayoría éstas eran vanas o tenían escaso llenado de granos.

El problema de la falta de agua lluvia o de riego también ocasionó la deformación de la floración femenina y mayormente en la masculina, dando como resultado una variación del 43.24% en los datos obtenidos en el carácter longitud de pedúnculo de panoja.

Pese a la falta de agua en el cultivo, éste se desarrolló a una altura de planta promedio de 1.50m y se logró observar que el "envainamiento" de las mazorcas iniciaba al ras del suelo, con un número de mazorcas entre 3 y 5, que indica que posiblemente sean plantas altamente productivas genéticamente y que los problemas anteriormente mencionados en la mazorca se les atribuya al estrés hídrico y la fertilidad del suelo.

El suelo de Malchinguí cuenta con una profundidad entre 20 a 30cm y un nivel de materia orgánica menor al 1%. A pesar de que el cultivo de maíz no sea exigente edafológicamente, es un factor muy importante al momento de la producción puesto que los agricultores no disponen de recursos económicos para acceder a fertilizantes como para sustituir la falta de nutrientes que la planta requiere y que el suelo no los dispone. Para abonar el suelo los productores optan por usar residuos de origen animal



y vegetal, los cuáles deben tener un proceso de descomposición adecuada para poder facilitar los nutrientes que la planta necesita en el momento oportuno como ocurre con la utilización de fertilizantes, lo cual ocasiona que los agricultores no tengan buena productividad en su cultivo pues incorporan materia fresca o en medio proceso de descomposición.

Algunas de las variables cualitativas como color de raquis, forma de la mazorca, forma del grano y las cuantitativas, altura de planta, altura de mazorca y diámetro de mazorca, se puede atribuir que éstas características que son de origen genético y son poco influenciadas por el ambiente, pues al recolectar datos de ambos genotipos se logró identificar que son caracteres propios, tanto del Pepa como del Amarillo y que los agricultores ancestralmente los utilizan para identificar el tipo de maíz que cultivan y clasificar el producto de sus cosechas.

Finalmente se puede mencionar que la ausencia de agua de riego es una limitante para el sector agrícola en la Parroquia Malchinguí, dado que actualmente no se puede sembrar por épocas, debido a los cambios bruscos del clima que ha venido dándose en los últimos años. Dichos cambios climáticos ocasionaron severas pérdidas de la cosecha en la zona media.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión y colaboración de muchas personas que me han brindado su ayuda, sus conocimientos y su apoyo, especialmente a la Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, por financiar parte del proyecto de investigación mediante los fondos otorgados al macro–proyecto "Vinculación comunitaria para la identificación y purificación de variedades locales de maíz en Malchinguí". También estoy especialmente agradecida con mi director de tesis, el Ing. Héctor Andrade por su gran apoyo, conocimientos y experiencia brindada en el desarrollo de esta investigación. Al Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Malchinguí, a los agricultores de la zona por permitir la realización de dicha investigación, y por compartirme sus conocimientos y experiencias. Un resumen del presente trabajo se presentó en la XXII Reunión Latinoamericana del Maíz.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Héctor Andrade y Manuel Pumisacho concibieron la investigación; Héctor Andrade y Jenny Coral desarrollaron la metodología y realizaron el trabajo de campo; Jenny Coral y Jorge Caicedo diseñaron el modelo y realizaron los análisis estadísticos; Jenny Coral y Héctor Andrade redactaron el manuscrito; Jenny Coral, Héctor Andrade, Diego Salazar, Manuel Pumisacho y Jorge Caicedo revisaron críticamente el contenido intelectual del manuscrito.

REFERENCIAS

[1] COTRISA (2016). *Mercado Internacional-Maíz-Detalle Productivo Mundial*. Santiago, Chile. Recuperado de https://www.cotrisa.cl/mercado/maiz/internacional/detalle.php.

[2] Yánez, C., Zambrano, J., Caicedo, M., Sánchez, H. & Heredia, J. (2003). *Catálogo de Recursos Genéticos de Maíces de Altura Ecuatorianos.* Quito, Ecuador: INIAP. Recuperado de http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/43

[3] Gaucho, E. (2014). *Caracterización agro-morfológica del maíz (Zea mays L.) de la localidad de San José de Chazo.* (Tesis de Ingeniería Agronómica). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.

[4] GAD Pichincha (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Malchinguí:* PDOT. Quito, Ecuador. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768109630001_FASE%20I%20DIAGN%C3%93STICO-%20MALCHINGUI-FINAL%20ok_30-10-2015_16-18-52.pdf

[5] IBPGR (1991). *Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City/International Board for Plant Genetic Resources.* Roma.

[6] Paiwal, R. & Granados, G. (2001). *El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción*. Roma, Italia: FAO. Recuperado de https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-maiz-en-los-tropicos.pdf

[7] De La Cruz, L., Castañón, G., Brito, N., Gómez, A., Robledo, V. & Del Río, L. (2009). Heterosis y aptitud combinatoria de poblaciones de maíz tropical. *Phyton,* 79 (1): 127–139.

[8] Sánchez, P., Ruiz, T., Rincón, S. & Burciaga, D. H. (2011). Caracterización física y fisiológica de poblaciones criollas de maíz bajo dos sistemas de producción. *Revista Agraria-Nueva Época*, 8 (3).

[9] Pavón, A. (2005). *Generalidades del Cultivo de Maíz.* Recuperado de https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioPavon/07-AnejoV.pdf

[10] Serratos, J. (2009). *El origen y a diversidad del maíz en el continente americano. Universidad Autónoma de México*, D.F. México. Recuperado de http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2009/3/el-origen-y-la-diversidad-del.

[11] Serratos, J. (2012). *El origen y la diversidad del maíz en el continente americano*. (Segunda edición). México: USAID.

[12] Poehlman, J. & Sleper, D. (2005). *Mejoramiento Genético de las Cosechas.* México: LIMUSA.